

**VIABILIDAD DE UN FORWARD DE VENTA PARA LA TRILLADORA  
DE CAFÉ S/DER LTDA.**

**Jorge Armando Sánchez Pedroza**

**Leonel Alexis Santos Contreras**

**Asesor: Edgar Luna González**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA FINANCIERA**

**8 de mayo del 2.007**

## 1. Introducción

Este trabajo de investigación busca generar una expectativa diferente en los empresarios hacia la gestión del riesgo. Todos los datos fueron recolectados con la mayor precisión del caso, pues el resultado debía ser una herramienta administrativa de cobertura lo más fiable posible.

Inicialmente se estudió el precio local y la volatilidad de este mismo, además se tuvo en cuenta el precio internacional del café para una mayor contextualización del tema. Después se concentró toda la atención en realizar un buen pronóstico del precio, para ello se tomaron diversos métodos, entre ellos el más importante; el análisis de regresión multivariado, que por medio del programa SPSS 14,0 se estimó una ecuación que proporcionara un precio estimado para el contrato.

El siguiente paso fue establecer o estructurar el contrato a plazo, esto se logró gracias a la información otorgada por la Trilladora de café S/der Ltda. acerca de todas las especificaciones que sus clientes exigía para la negociación de los contratos. También se llevó a cabo la simulación de la liquidación del contrato forward que se estructuró; esto con el fin de poner en práctica todo lo que se había hecho hasta el momento.

Finalmente se hizo un análisis de viabilidad para observar las expectativas del mercado de café frente a una cobertura en el precio y establecer los posibles clientes potenciales que accederían a negociar el contrato forward.

## 2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una cobertura de venta para la empresa TRILLADORA DE CAFÉ S/DER con la cual se pueda cubrir de la volatilidad del precio y evaluar su viabilidad.

## 2.2 Objetivos específicos

- Analizar el comportamiento histórico del precio local del café, con el fin de determinar tendencias y volatilidad.
- Hallar la metodología óptima para el planteamiento del precio del forward.
- Estructurar el forward de café trillado y evaluar la viabilidad financiera para la empresa.

### 3. Análisis de precios de café en Bucaramanga

Los datos elegidos para el análisis fueron seleccionados de tal manera que reflejaran la realidad del mercado cafetero en el país; la fecha inicia desde el 3 de enero de año 2005 hasta el 31 de enero del presente año (2007).

#### Análisis gráfico:

Para analizar los precios internos de café pergamino en Bucaramanga, se utilizara la teoría Dow<sup>1</sup> que como se podrá ver está fundamentado en el historial de precios de un activo. Inicialmente se analizará los datos correspondientes al año 2005-2006 y posteriormente para el año 2006-2007; para luego tratar de sacar conclusiones con el análisis de toda la serie de tiempo.

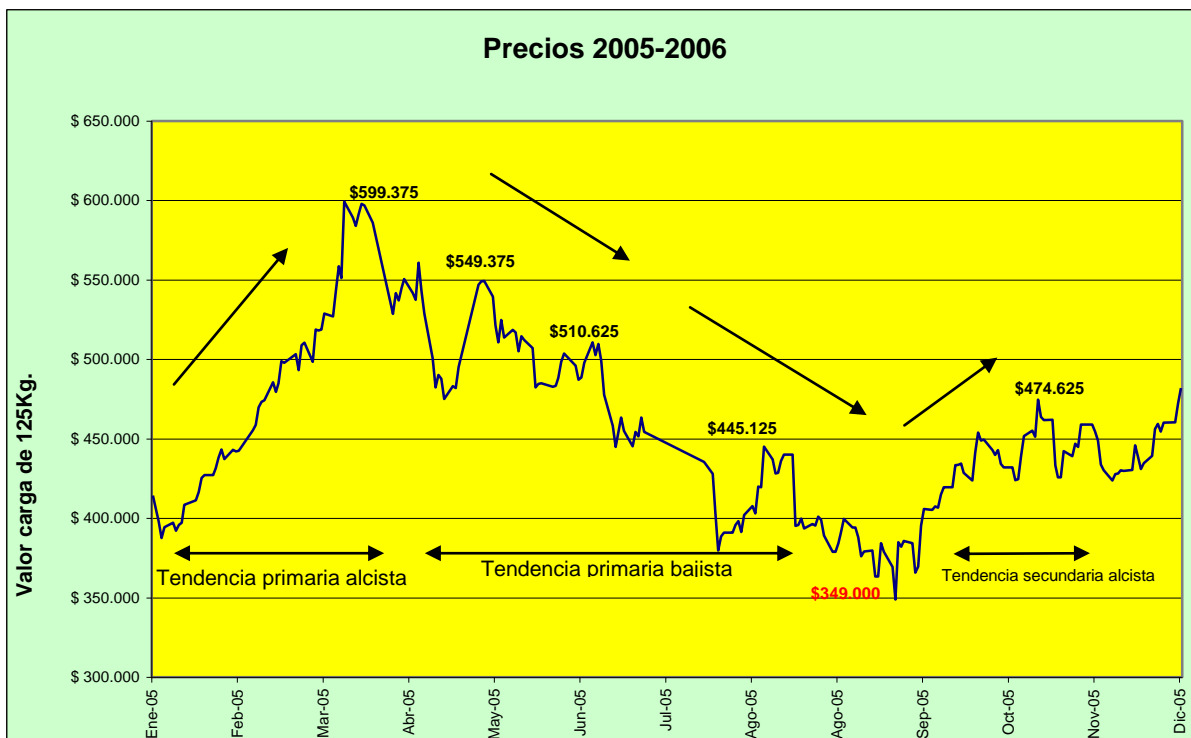


Gráfico 1

<sup>1</sup> Charles H. Dow (1987)

Para el año comprendido entre el 2005-2006, el gráfico 1 ilustra una tendencia alcista fuerte en el primer trimestre, el cual alcanzo un precio de \$ 599.375 el día 13 de mayo del 2.005 siendo este el más alto en todo el año. Posiblemente esta alza se dio por diversos factores<sup>2</sup>, principalmente por la falta de oferta de café como consecuencia de la crisis cafetera del 2.001-2.002 la cual condujo a una reducción en la producción del grano, debido a que los campesinos reemplazaron sus cultivos y los remplazaron por otros sustitutos que si cubrían los costos de sus cosechas.

Por otra parte se presenta una tendencia bajista que permanece durante aproximadamente un semestre y finaliza en el mes de septiembre con el precio mas bajo del periodo 2005-2006 con \$349.000 la carga. Lo anterior, según comerciantes del sector y proveedores (compradores principales de los caficultores de la región), sucedió principalmente por que en el país se dio lo que se denomina como una “traviesa”<sup>3</sup>, además, por que llegaron las principales cosechas en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Concluyendo el periodo 2005-2006 (ver gráfico 1) se presenta una nueva alza que comparada con la ocurrida al principio de este mismo periodo no fue tan fuerte, sin embargo, como se puede ver el precio fue desde \$349.000 a mediados del mes de agosto (el más bajo del periodo 2005-2006) hasta \$474.625, precio consolidado para la primera semana del mes de octubre.

Entonces si comparamos estos precios la diferencia resulta alrededor de \$125.625 es decir un cambio de 35.8%, lo cual es muy volátil si vemos que se trata de tan solo un mes de fluctuación; para explicar este hecho y dentro los límites del mercado, esto es consecuencia de las especulaciones acerca de la falta de inventarios en las almacenes generales de deposito como lo es almacafé en donde se afirma que las bodegas están sobreestimando los inventarios; en otras

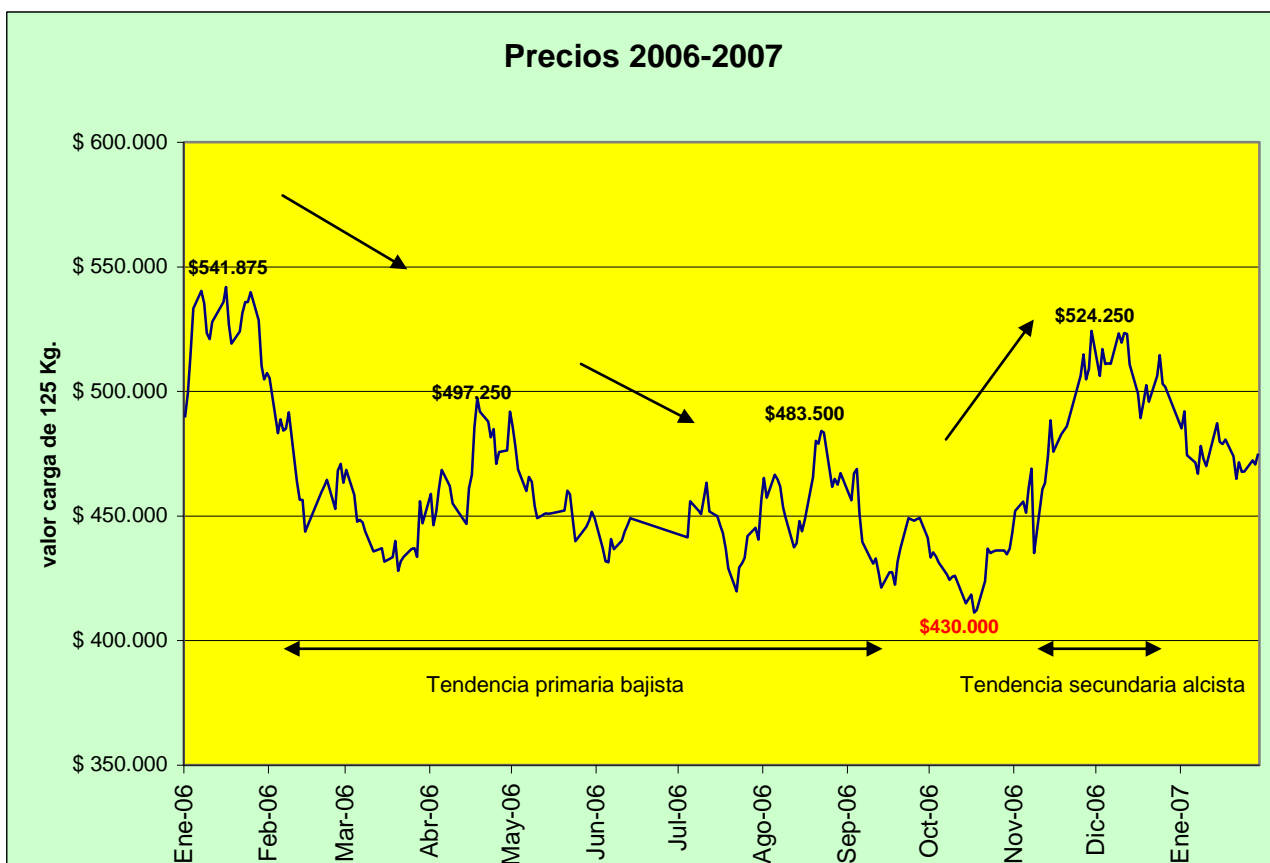
---

<sup>2</sup> Declaraciones del gerente general de la Trilladora de café S/der. Ltda.

<sup>3</sup> Cosecha media que ocurre antes de la principal.

palabras, en realidad no hay ese café que se dice haber en existencia, por lo tanto el hecho de la subida del precio del grano.

El análisis de tendencias del periodo 2006-2007 quizás nos pueda dar un mejor horizonte de cómo se comporta realmente el precio de la carga de café pergamino en Bucaramanga, por que este horizonte esta mas cerca a los análisis de la viabilidad de los forward para la trilladora.



*Gráfico 2*

El gráfico 2 muestra que durante los tres primeros trimestres del año 2006, la tendencia fue bajista; como se puede ver el precio al inicio del año alcanzo el mayor precio del periodo ubicándose en \$541.875 y después fue descendiendo hasta los \$430.000, valor a mitad del mes de octubre. Normalmente lo anterior se da cuando la cotización del grano, parece no se va a recuperar, entonces los caficultores se ven preocupados por su utilidad y comienzan a vender antes que

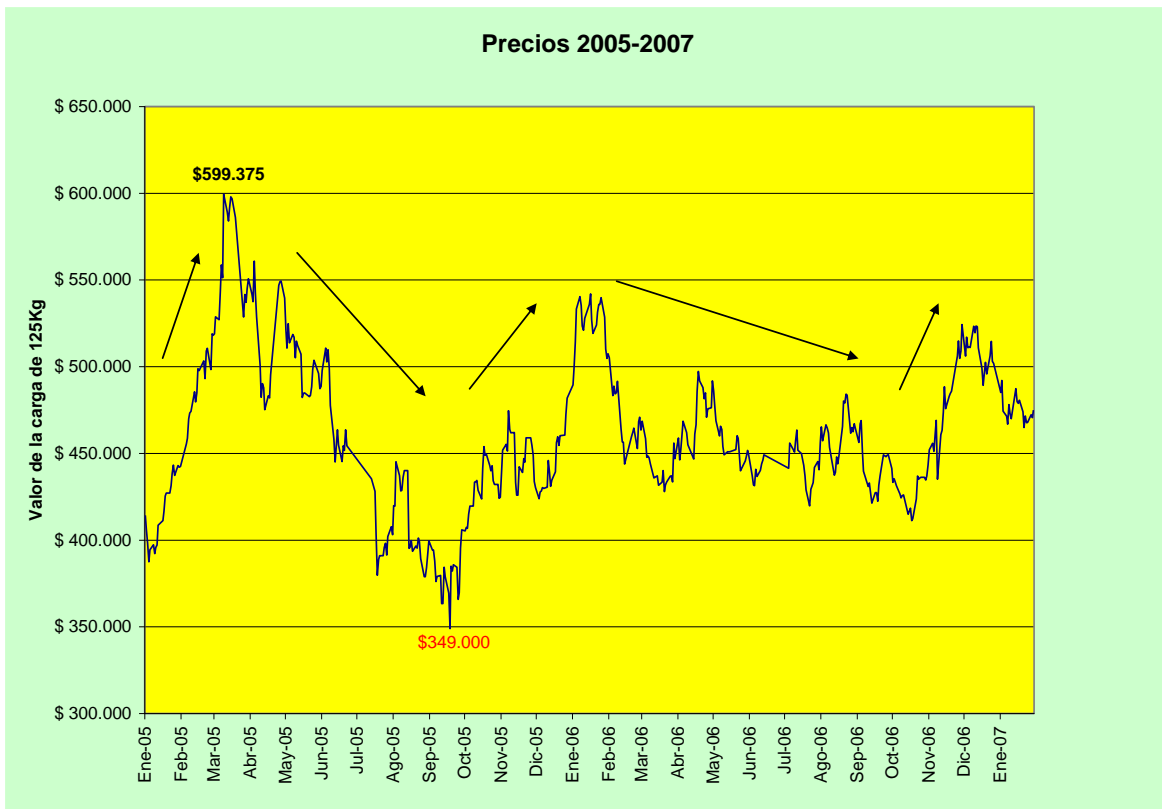
el precio continué su descenso, como consecuencia llega una sobreoferta del pergamino, dando un resultado desde el punto de vista del análisis fundamental muy previsible.

Siguiendo con el mes de octubre, la cotización del grano se recuperó de manera relevante de tal forma que a inicios del mes de diciembre el café alcanzó el segundo mejor precio del periodo con un valor de \$524.250 la carga de 125Kg. Vale la pena señalar que los caficultores que mantuvieron sus granos y no los vendieron como si lo hicieron muchos de ellos durante la tendencia primaria bajista (ver gráfico 2), no pudieron obtener la utilidad que esperaban de sus cosechas pero al menos no perdieron tanto dinero. Si se comparan los siguientes precios; \$430.000 y \$524.250, cotizaciones correspondientes a mitad del mes de octubre y a inicios del mes de diciembre respectivamente, resulta una diferencia de \$94.250 para un cambio del 21,91% entre el periodo de tiempo mencionado anteriormente. Lo que refleja el alto nivel de volatilidad que se presenta en el mercado de café pergamino en Bucaramanga.

Para analizar de una manera más general el gráfico 2, se puede observar que en febrero hubo un precio de \$541.875, en abril disminuye a \$497.250 y finalmente en septiembre el precio desciende hasta \$483.500 lo que en teoría significa que es una tendencia primaria bajista al registrar una disminución constante de los picos. De otro modo en el mes de diciembre se alcanzó un precio de \$524.250, y se establece una alza significativa después de haber estado en el punto más bajo de todo el periodo 2006-2007 (octubre \$430.250), punto conocido como soporte que indica "en teoría" que a menos de este punto no llegaría el precio de la carga de café.

Finalmente se incluyeron los datos correspondientes al mes de enero de 2007 y claramente se ve que durante este mes el café perdió valor.

Siguiendo con el estudio de los precios, es necesario establecer una visión general de este mercado en Bucaramanga y por este motivo también es útil ver el gráfico 3 que ilustra los años del 2005 al 2007.



*Gráfico 3*

Anteriormente analizamos el año 2005 y el 2006 por separado pero ahora el gráfico 3 muestra toda la serie de tiempo completa. Primero que todo se observa los extremos en el mes de mayo con un precio máximo de \$599.375 y \$349.00 el precio mas bajo en agosto del 2.005, son puntos llamados resistencia y soporte respectivamente. Esto significa que al largo plazo es muy poco probable que el precio de la carga suba por encima de los \$599.375 y que este mismo esté por debajo de los \$349.000; en otras palabras es muy probable que el precio fluctúe entre este rango. Sin embargo esta conclusión es muy superficial si se trata de darle una mejor interpretación al gráfico.

Como se puede ver en el gráfico 3 entre enero del año 2005 y marzo del mismo año, el precio sube drásticamente hasta mayo, alcanzando un precio máximo de \$599.375; inmediatamente después durante el mes de abril a septiembre de 2005



el precio cae de tal manera hasta los \$349.000, después de haber estado en el punto más alto del periodo 2005-2007.

Terminando el año 2005 e iniciando el 2006, el precio de la carga aumenta, e inicia una tendencia alcista que perdura hasta febrero de 2006 y luego de esto inicia una nueva tendencia bajista como la presentada el año anterior, sin embargo esta nueva tendencia termina en el mes de octubre de 2006 y nuevamente finalizando el año presenta una alza pero de menos relevancia.

Como se acaba de ver, el precio del valor de la carga de 125Kg. De café pergamino en Bucaramanga presenta comportamientos que se puede decir son previsibles cuando terminando un año y comenzando uno nuevo el precio se eleva y durante la mayoría del año tiende a la baja. Las tendencias bajistas son más prolongadas y por el contrario las alcistas son menos extensas.

### 3.1 Análisis estadístico de precios

El siguiente cuadro fue realizado a partir de las rentabilidades provenientes de los datos de precios que a manera de resumen se explicarán a continuación:

<i>Análisis con datos atípicos</i>	
Media	0,000288095
Error típico	0,001041911
Mediana	0,000572246
Moda	0
Desviación estándar	0,022707925
Varianza de la muestra	0,00051565
Curtosis	3,32081129
Coefficiente de asimetría	-0,10269235
Rango	0,206413822
Mínimo	-0,107256251
Máximo	0,099157572
Suma	0,136845148
Cuenta	475

CUADRO 1

En primer lugar es importante resaltar los valores extremos de las rentabilidades; en el cuadro se puede ver que el valor más bajo de cómo resultado - 10.72%(mínimo) y la rentabilidad más alta fue de 9.91%(máximo).

La curtosis es positiva por lo que la distribución presenta un apuntamiento; es decir es leptocurtica, de otra forma el coeficiente de asimetría es negativo pero casi iguala a **0** por lo que la distribución de datos está en el centro. El gráfico 4 muestra el histograma de las rentabilidades de los precios de la carga de café en Bucaramanga.

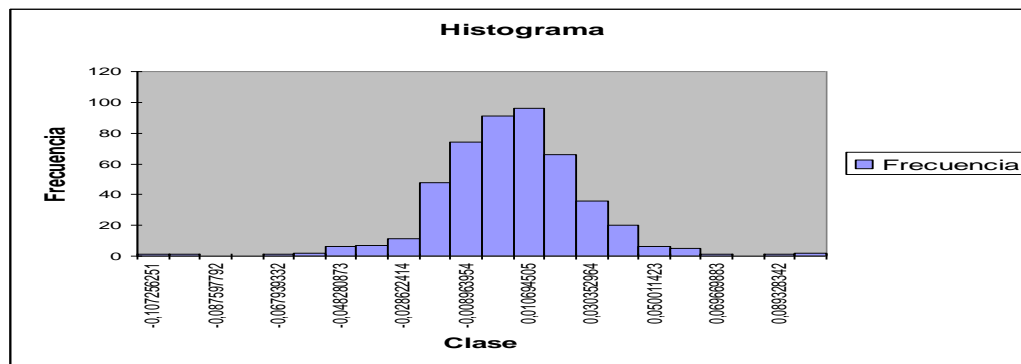


Gráfico 4

Finalmente la desviación de los rendimientos o lo que es lo mismo la raíz cuadrada de la varianza representa la volatilidad, que entre otras cosas es un dato utilizado generalmente para el cálculo del riesgo de mercado. La volatilidad no representa una tendencia del precio pero si determina el rango en el cual puede estar dicho valor, claro está, que este precio puede ser tanto negativo como positivo. En este caso la volatilidad es de **2,27%** diaria lo que se traduce en un **36,05%** anual. Este dato fue calculado a partir de datos históricos por lo que generalmente se hace llamar **volatilidad histórica**.

#### Volatilidad según el FoNC<sup>4</sup>:

El fondo nacional del café FoNC, fue creado en 1940 como consecuencia de la segunda guerra mundial, la cual produjo un solo consumidor quien fue los Estados Unidos de América.

Es por eso que este órgano lidera el comercio exterior del grano y por tanto sus políticas restrictivas e intervencionistas han logrado una estabilidad del mercado tanto a nivel nacional e internacional.

Es entonces que el FoNC actúa como una autoridad financiera del mercado de café que desde luego le ha aportado al país un verdadero desarrollo sostenido del comercio del grano, y que además, ayuda con la gestión administrativa del riesgo en dicho sector.

<sup>4</sup> Administración del riesgo financiero en la comercialización del café (Federación nacional de Cafeteros 2006) – Módulo 2 pagina 10.

El análisis de volatilidad estimada por el FoNC fue calculada a partir de los contratos denominados “C” negociados en la New York Board of Trade (NYBOY), el cual es usado como referencia para el precio internacional de café de Colombia y otros arábigos. Las variaciones del precio del contrato “C”; es decir los cambios o fluctuaciones generados por dicho contratos para futuros, se traduce en **40.8%** anual, lo que demuestra una amplia diferencia comparado con el índice estimado en la volatilidad histórica del café pergamino en Bucaramanga (36,05 anual).

Esta volatilidad de 40,8% es alta si la comparamos con otros subyacentes como el maíz (26,4%) y trigo (24,4%); lo que significa que no se puede asegurar una estabilidad del precio en el futuro y que indudablemente amerita una estrategia fuerte de cobertura si se observa desde el punto de vista del riesgo financiero.

Sin embargo no se puede fijar la atención en solo este índice pues realmente hay factores que constantemente lo hacen variar, los cuales son difíciles de controlar pues generalmente son riesgos que afectan a todo el mercado.

Hasta ahora se ha dicho todo sobre los precios históricos del café pergamino en Bucaramanga; sin embargo la parte más difícil está por venir pues poder establecer un precio futuro que se acomode a este tipo de activo puede resultar ser una tarea bastante complicada. Pero no se continuará con el cometido sin antes estudiar la volatilidad dinámica que entre otras cosas es la variable más importante a la hora de calcular el valor en riesgo de cualquier activo.

### Volatilidad dinámica:

El concepto clásico de volatilidad dinámica es como su nombre lo indica un movimiento permanente al cálculo de la volatilidad histórica, esto resulta de darle una mayor prioridad a los datos más recientes que a los datos más alejados de la actualidad. De cualquier forma este tipo de volatilidad le confiere a cualquier modelo de pronósticos una mayor confiabilidad en su resultado pues tiene la

facultad de valorar mejor las altas variaciones en el mercado, debido a su ponderación.

Para el cálculo de la volatilidad dinámica se aplicó la teoría del valor en riesgo VaR (Value at Risk), el cual depende de un factor lambda ( $\lambda$ ) que determina los pesos que se aplican a las observaciones y a la cantidad efectiva de datos que se utilizarán para estimar la volatilidad. De esta manera y mediante la ayuda de solver de Microsoft Excel se llevó a cabo dichos cálculos y se pudo determinar que la volatilidad dinámica resulta igual a **1.9%** diaria; es decir **30,18%** anual.

Nótese que esta volatilidad es menor que la clásica, lo que significa que en la serie de tiempo donde se muestran los precios del año 2005-2007 (véase gráfico 5) los datos con mayor volatilidad son los más antiguos y los más actuales por el contrario tienen una menor variación.



**Gráfico 5**

Para validar lo expuesto anteriormente, obsérvese que en el primer año el precio alcanzó el máximo y el mínimo que como se expuso anteriormente en marzo de

2005 alcanzó los \$599.375 y en el mes de septiembre del mismo año bajó a \$349.000 la carga de 125 Kg.

Pero lo anterior no significa que no se vuelvan a presentar estos mismos valores en un futuro sino al contrario lo que se pretende es analizar el por que la diferencia entre los dos tipos de volatilidades.

## 3.2 Análisis de precios internacionales

Para esta parte, es importante esclarecer la diferencia entre los dos tipos de precio (Nacional e Internacional) de café que se negocian en Colombia. Los precios anteriormente estudiados, son precios mínimos de compra con los cuales los caficultores ofrecen el grano; es decir son precios de café sin procesar y sin haber incurrido en costos de almacenaje y transporte. Los precios internacionales son aquellos que reflejan el producto después de haber sido tratados con altos estándares de calidad; de igual manera el café que se cotiza en el exterior es un grano industrializado (trillado y sin granos imperfectos), además, el precio internacional debe ser mayor al nacional pues estos incluyen costos y gastos propios de la exportación. Los precios del café internacional cumplen con unas especificaciones de contratos a futuro para que se coticen en las bolsas foráneas y por tanto conocer el comportamiento del producto a nivel mundial; es decir, el precio en la bolsa refleja a fin de cuentas la estimación que tienen en el exterior por el café arábigo suave Colombiano, de allí la importancia de que estos precios sean altos.

Quizás sea de igual importancia estudiar el precio del café que se exporta, pues de alguna manera u otra el precio al que se venda en el exterior influye en las cotizaciones internas. A continuación se analizará el gráfico histórico de precios del contrato "C" que se negocia en la bolsa de futuros de New York (NYBOT).

The contract "C":

Como ya se había hablado anteriormente, este contrato se negocia en la bolsa de futuros de New York (New York Board Of Trade), y sus especificaciones son las siguientes:

- **Tipo de café:** Café arábigo lavado.
- **Cantidad de mercancía:** 37.500 libras (aproximadamente 250 sacos de 70 kilos de café verde)
- **Fecha de entrega:** Marzo, Mayo, Julio, Septiembre y Diciembre.
- **Sitios de entrega:** Nueva York, Nueva Orleáns, Miami, Barcelona, Amberes.

Para un análisis óptimo, los precios fueron exportados de la página Web de la NYBOT y se tomó un horizonte de tiempo idéntico que el observado para los precios de café pergamino en Bucaramanga.

Es importante precisar que los precios son cotizados en centavos de dólar, por otro lado se tuvo que hacer la equivalencia entre libras y kilos, el cuadro que se presenta a continuación ilustra la manera de cómo se hizo tal cálculo.

Se convierte los centavos de dólar por dólares por libra.	Las libras se cambian por kilos.	Luego se multiplica por la TRM del día.	Finalmente se multiplica por 125Kg, que equivale al valor de cada carga.
$(Us\phi/lb) \times (1Us/100Us\phi)$	$(US/lb) \times (lb/2,2046kg)$	$(Us/Kg) \times (TRM/Us)$	Precio del Contrato "C" /125Kg

Cuadro2

Us $\phi$ : Centavos de dólar

lb: libra

Us: Dólar

Kg: Kilogramo

TRM: Tasa representativa del mercado

Como se observa en el cuadro 2, para convertir los precios de los contratos "C" a pesos Colombianos hay que tener en cuenta que las cotizaciones de la NYBOT son en centavos de dólar y que la equivalencia entre libras y kilos (lb/Kg) es de 1 / 2,2046, además, se debe multiplicar por la tasa representativa del mercado para que el precio queden en pesos Colombianos. Finalmente y para facilitar la comparación entre las cotizaciones internas y las externas se multiplicó cada valor por 125 kilogramos que es igual al valor de la carga de café, la cual es la cantidad estándar que se negocia internamente en el país.

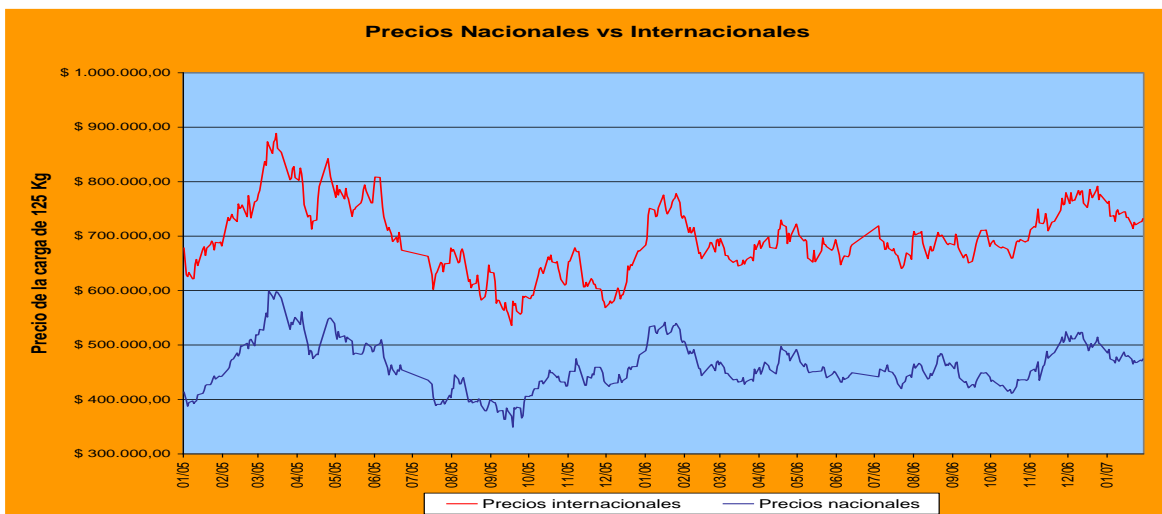


De esta manera se obtuvo una base de datos que va desde el 3 de enero de 2005 y el 31 de enero de 2007; entonces se realizó la respectiva gráfica de precios del periodo 2005-2007 para las cotizaciones de café arábigo y el siguiente es el gráfico correspondiente:



**Gráfico 6**

El gráfico 6 muestra los precios de los contratos “C” de la NYBOT, sin embargo la comparación de estos con los observados con el precio de café pergamino da como resultado el siguiente gráfico:



**Gráfico 7**

El gráfico 7 muestra como ambos precios se comportan de una manera similar, el hecho de que esto ocurra indica que de alguna manera un mercado afecta al otro directamente, sin embargo, es de esperarse que sea el mercado nacional quien dependa de las cotizaciones internacionales y a su vez está inmerso en el riesgo de mercado que se deriva del contrato "C" de la NYBOT. Por otra parte si se observa en el gráfico 7 las dos series de precios están separados por un margen relativamente proporcional, la diferencia entre los precios es realmente amplia pues esto lo determina, por supuesto, el nivel de la calidad de las dos clases de productos.

Por último, no es necesario estudiar nuevamente tendencias sobre el precio internacional, pues como ya se observó los gráficos son muy parecidos y desde luego, sería infructuoso realizar el mismo análisis.

## 4. Metodologías para la fijación del precio

La principal dificultad para poder llevar a cabo un contrato a plazo, es la forma de cómo se pacta el precio y la manera de cómo se podría predecir el valor de un producto en el futuro, en este caso de un commodity. Mediante el estudio de las diferentes estrategias para el cálculo del precio de venta de la carga de café de 125Kg, se elegirá aquel método que mejor se acomode a las características del mercado y también a las condiciones en que se encuentren las dos partes en el contrato.

Básicamente en el mercado agropecuario Colombiano<sup>5</sup> existen 4 maneras de pactar el precio, ellas son:

- ◆ **Precio fijo:** Este precio es estimado por las dos partes, a partir de los datos históricos de precios, además se agregan los costos de almacenaje. Dentro de este esquema se manejará la teoría de determinación de precios de futuros, la cual se estudiará más adelante.
- ◆ **Precio mínimo:** A través de este método, el productor tiene la ventaja de obtener ganancias a raíz del alza de los precios; es decir, el comprador garantiza al vendedor un precio mínimo a cambio de una *prima*, además se compromete a pagar al precio de mercado.
- ◆ **Precio por fijar negociando la base:** Por medio de esta metodología, el productor escoge la fecha en que se ha de fijar el precio y posteriormente se negociará un diferencial o un ajuste al riesgo de variación de la base. Lo anterior significa que el productor puede elegir la cotización de los futuros entre la fecha en el cual se pactó el contrato y la fecha de entrega del producto para

---

<sup>5</sup> Bolsa Nacional Agropecuaria de Colombia (BNA)

fijar el precio del contrato. La liquidación sería el precio de futuros seleccionado por el productor más la prima pactada por ambas partes.

- ♦ **Franja de precios:** Básicamente este modelo se fundamenta en la negociación de una franja o margen, dentro del cual el precio de mercado fluctuó. Este método es importante para las dos partes pues limita el riesgo de mercado. Así, si al finalizar el contrato el precio se sale de la franja las partes quedan obligadas a pagar el mínimo o el máximo en el caso del comprador o el vendedor respectivamente. De otro modo si el precio no sale de este margen el precio del contrato será aquel del mercado.

## 4.1 Precio teórico de un futuro<sup>6</sup>

El precio teórico de un futuro sirve para poder establecer si la cotización actual de un contrato está subvaluada o sobrevalorada. Es necesario mencionar que el precio a plazo para un forward, conceptualmente es similar al precio de futuros para un contrato de futuros<sup>7</sup>.

La teoría indica que dicho precio debe ser igual al precio spot o al contado más el costo de mantenimiento, los intereses que se pagan para financiar el activo y menos los ingresos que generan la posesión de dicho activo hasta el vencimiento. Ahora bien, supóngase un activo que no genera ningún tipo de ingreso durante su tenencia como lo es el caso del café, entonces la relación precio actual, precio futuro es:

$$F_0 = S_0 e^{rT}$$

---

<sup>6</sup> Hull, J.C. (2002). *Introducción a los mercados de futuros y opciones*, Prentice Hall, Madrid.

<sup>7</sup> José Luis Martín Marín – Antonio Trujillo Ponce. *Manual de mercados financieros*, Thomson, 2004.

Sin embargo, el costo de almacenar el café es un valor que se debe tener en cuenta, por lo tanto si todos los flujos derivados de dicho costo se llevaran a valor presente la ecuación anterior quedaría de la siguiente manera:

$$F_0 = (S_0 + U)e^{rT}$$

Donde U representa los costos que se esperan durante la vida del contrato,  $S_0$  es el valor de contado del café, r el tipo de interés continuo libre e riesgo y T es el tiempo antes del vencimiento del contrato.

***Precio futuro a un mes de un kilo de café:***

Para el cálculo del precio futuro a un mes del kilo de café, se tuvo en cuenta que la tasa libre de riesgo debería ser la de un TES (Título del tesoro) a muy corto plazo; es así que se tomo como referencia el TES con vencimiento a Noviembre de 2007. Dicha tasa se debe trabajar continua por tratarse de un derivado, sin embargo estos datos se encuentran nominales anuales por eso fue necesario utilizar la siguiente formula de conversión de tasas.

$$i_c = m * \text{LN} (1 + i_n/m)$$

$i_c$  : Tasa Continua

$i_n$  : Tasa Nominal anual

m : Periodicidad

De esta forma se obtuvo que para una tasa de 7,86% nominal anual el equivalente en compuesta continua es 7,57%. Por otra parte se tomaron los costos promedios mensuales de almacenamiento de café trillado, el siguiente cuadro muestra el costo total por cada kilo vendido:

<i>Estructura de costos de almacenaje/Kilo</i>		
Costo de trilla	\$ 100,00	
Electricidad	\$ 80,00	(costo promedio mensual por kilo)
Fletes	\$ 90,00	
<b>Total</b>	<b>\$ 270,00</b>	por kilo vendido

*Fuente: Trilladora de café S/der Ltda.*

Ahora bien, se tomó el precio al contado del día 28 de diciembre de 2006 y se calculará su precio futuro; es decir el precio del subyacente para el día 28 de enero de 2007. Al final se reemplazará los datos en la fórmula de precio futuro anteriormente vista y esto dará como resultado el precio teórico futuro. A continuación se observa el cálculo correspondiente:

Periodicidad	0,0833
Tasa TES	7,57%
Spot	\$ 4.015
Costo almacenaje	\$ 270,00
<b>Precio futuro</b>	<b>\$ 4.312,10</b>

La periodicidad es el resultado de dividir 1 entre 12, pues como se sabe, esta es la razón de un año entre 12 meses, factor que como ya se había mencionado debe tenerse en cuenta para el horizonte de tiempo del forward. La tasa TES se trabajo continua, se encontraron valores efectivos anuales, después se convirtió a nominal anual, para luego pasarla a tasa compuesta continua. *Por otra parte el precio Spot o precio al contado son del día 28 de diciembre de 2006, de esta manera el precio futuro es la equivalencia de tener la suma del spot y costo de almacenaje y llevarlos al futuro a una tasa libre de riesgo con un horizonte de tiempo de un mes.*

## 4.2 Método de simulación de Montecarlo adaptado al precio del café en Bucaramanga

Este método es utilizado generalmente para llevar a cabo un proceso estocástico para un rango muy grande de datos<sup>8</sup>. Esta clase de metodología podrá generar una variable estocástica que pueda simular escenarios sobre el comportamiento del precio en el futuro. Para llevar a cabo una predicción del precio fiable, se debe generar por lo menos 10.000 simulaciones. La tendencia del precio del café debe seguir un movimiento geométrico Browniano, de tal forma que la simulación seguiría la siguiente fórmula:

$$S_{t+1} = S_t \times \text{Exp}[(r - \delta^2/2)\Delta t + \delta \sqrt{\Delta t} \times \epsilon_t]$$

Donde;

$S_t$  = Precio Spot.

$r$  = Tipo de interés libre de riesgo.

$\delta$  = Volatilidad del activo Subyacente.

$\Delta t$  = Vencimiento del contrato forward en años partido en números de periodos

$\epsilon_t$  = Numero procedente de una distribución aleatoria  $N(0,1)$

Antes de seguir con el cálculo del precio a partir de esta metodología es necesario tener en cuenta los siguientes supuestos:

- Los precios del café en Bucaramanga se toman como una variable continua; es decir, cualquier valor que tome ese precio debe que estar dentro de un rango determinado:

$$\Delta \text{Precio} \longrightarrow N(0,1)$$

- Como un supuesto subyacente al anterior, el precio del café toma un recorrido aleatorio, el cual hace prever que dicha cotización en cualquier

---

<sup>8</sup> Prósper Lamothe - Opciones financieras y productos estructurados

momento futuro tiene lo que se conoce como una distribución lognormal. Esto quiere decir que mientras una variable distribuida normalmente puede tomar valores positivos y negativos, una variable distribuida lognormalmente solo puede tomar valores positivos.

- La tasa de interés libre de riesgo, TES con vencimiento al 28 de diciembre de 2006 es conocida y constante para periodos cortos de tiempo.
- La varianza o  $\delta^2$  (desviación al cuadrado) de las rentabilidades es constante; además de usar la desviación calculada a través de la metodología de The Risk Metrics, conocida también como la volatilidad dinámica pero en términos mensuales.

Una vez aplicada esta fórmula en Excel y generar 10.000 escenarios posibles, se busca el pronóstico de precio futuro, esto se hace buscando un percentil con una probabilidad del 95%, es decir con un nivel de confianza del 5%. El próximo cálculo es el resultado de esta operación:

<b>CAFÉ TRILLADO</b>		
<b>DESVIACION mensual</b>	8,7114%	
<b>Periodicidad</b>	12	
<b>delta t mensual</b>	0,08333	
<b>tasa libre de riesgo</b>	7,57%	con vencimiento TES nov del 2,007
<b>VALOR DE LA CARGA</b>	\$ 501.875,00	AL 28/12/2006
<b>PRECIO ACTUAL</b>	\$ 4.015,00	AL 28/12/2006
<b>Nº ACTIVOS</b>	1	KILOS
<b>POSICION ACTUAL</b>	\$ 4.015	
<b>PRONOSTICO DE PRECIO</b>	\$ 4.356,51	al 28 de enero 2.007

El anterior cuadro contiene todos los datos que requiere el método de Montecarlo, en donde para el caso del precio del café se tuvo en cuenta el pronóstico a un mes. Si observamos el resultado del pronóstico, es similar al visto por la metodología del precio futuro; esto se debe a que ambos métodos son de similares características, aunque este método incluye la variable aleatoria.



### 4.3 Modelo de regresión multivariado

Para un mejor análisis del pronóstico del precio se ha decidido utilizar un modelo estadístico de regresión, donde el objetivo es analizar el precio nacional de la carga de café como variable dependiente y varias independientes, en otras palabras estas variables independiente permiten ponderar unos coeficientes en donde reflejen la importancia de cada una de ellas en el modelo, dando como efecto el pronóstico del precio.

El método utilizado para analizar cada variable es el denominado *estimación paso a paso*, donde consiste básicamente en tomar la variable independiente que más explique la variable dependiente y luego de esto el propio programa va introduciendo y eliminando del análisis aquellas variables que aseguren la mejor especificación del modelo. Ahora las variables que se estimaron para el modelo de regresión fueron las siguientes:

Y(Variable dependiente) = "Precio nacional de la carga de café"

X1= "Precio internacional del café en Us¢ / libra"

X2= "Precio de café internacional del mercado de futuros"

X3= "Exportaciones mensuales de Colombia"

X4= "Producción nacional de café verde"

X5= "Variación mensual del IPC"

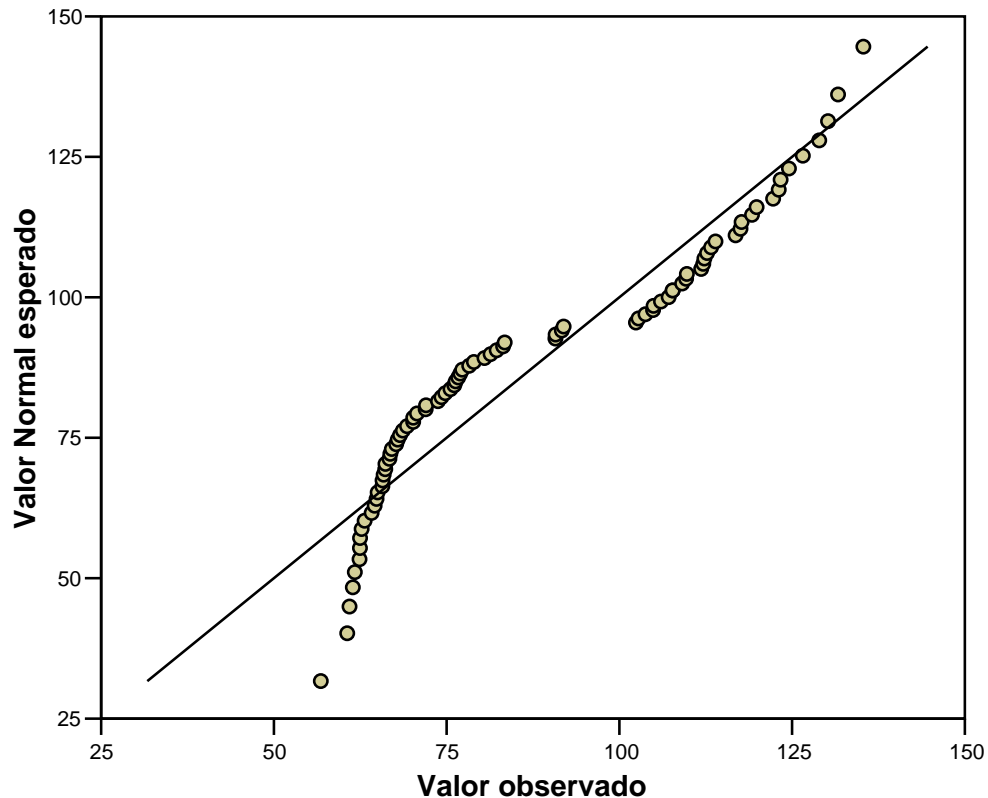
X6= "Variación mensual del IPP"

X7= "TRM"

En el anexo que se encuentra al final del documento se encontrarán la base de datos utilizada para el desarrollo del modelo. A continuación se realizará los respectivos análisis de normalidad para cada variable con las respectivas correlaciones y luego se explicara el procedimiento utilizado para desarrollar el modelo

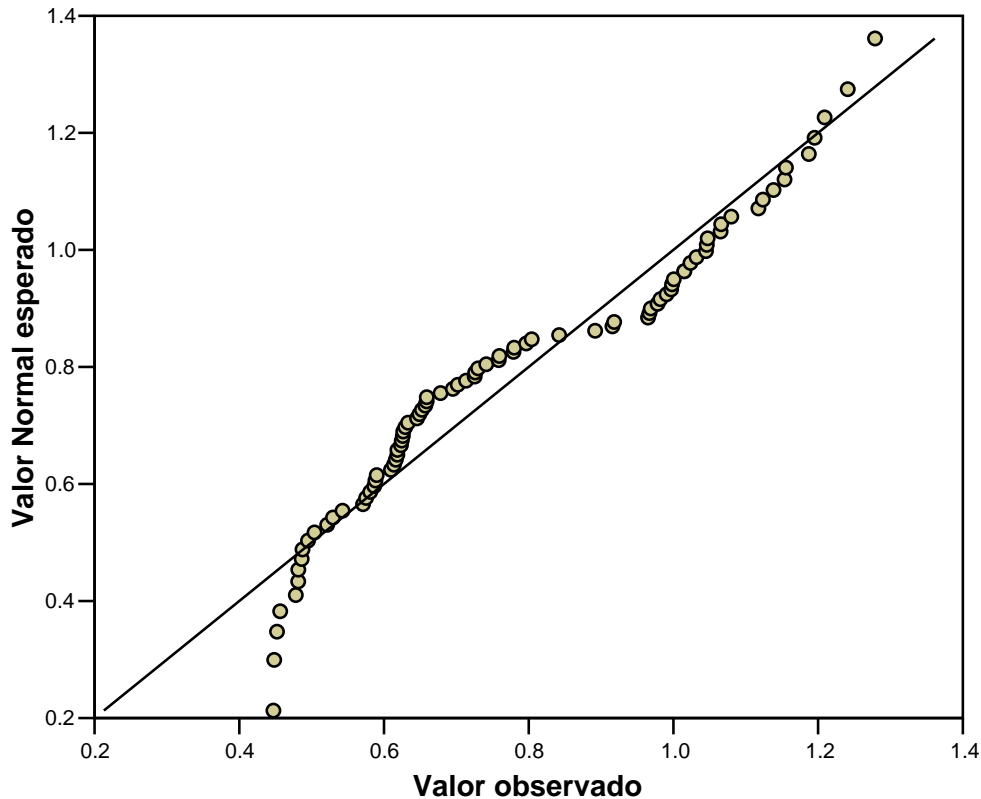
## 4.4 Gráficos de normalidad

**Normal gráfico Q-Q de Precio del café internacional (centavo de dólar/Lb)**



Si se nota el gráfico anterior claramente se ve que los datos no están aproximados a la línea de tendencia, lo cual indica que la variable “Precio del café internacional” no está distribuida normalmente. También se puede notar que los datos forman una especie de S sobre la línea de tendencia, que en teoría indica que la distribución está más apuntada que la normal o lo que es igual es leptocurtica. De esta forma es fácil determinar que el coeficiente de apuntamiento de los datos es mayor a cero.

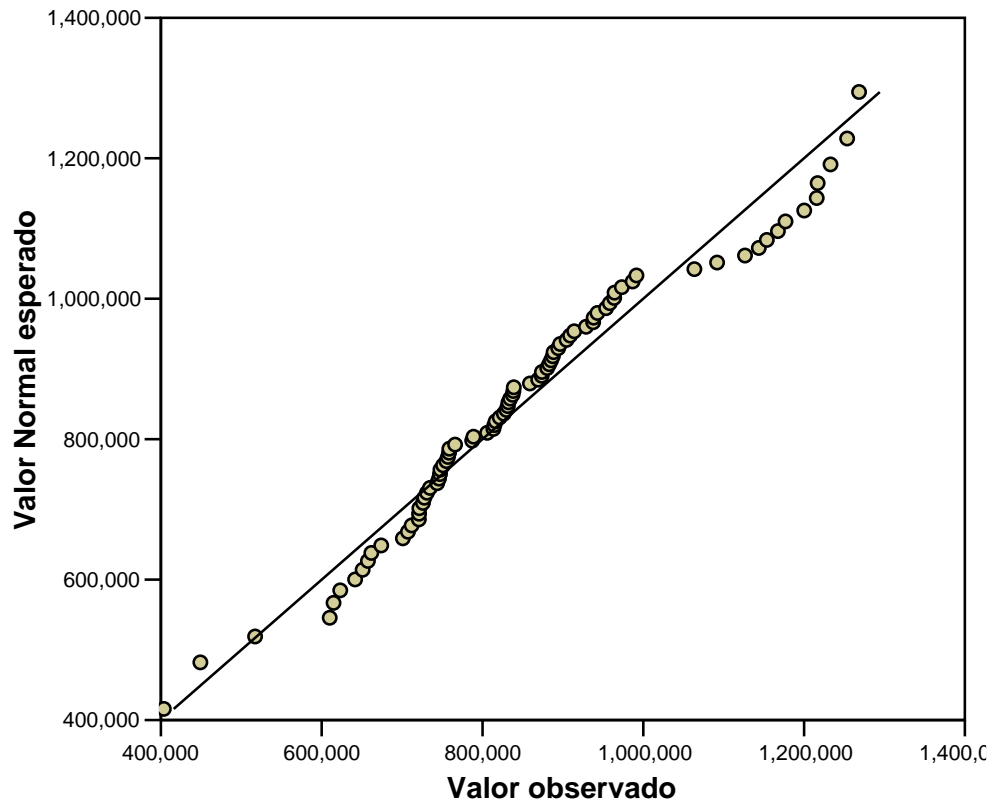
**Normal gráfico Q-Q de Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb)**



Al igual que el gráfico anterior, la variable “Precio internacional de futuros” se comporta de una manera similar al generarse una S pero de menor proporción, sin embargo las colas de los datos están muy dispersas lo que significa que es muy probable encontrar datos extremos los cuales no son propios de una distribución normal.

Los valores extremos se pueden generar por la gran variabilidad de los precios en los contratos de futuros que utilizan como subyacente el precio internacional de café. Esto ocasiona una gran volatilidad del subyacente, que como ya se había estudiado anteriormente este índice está alrededor del 40% anual.

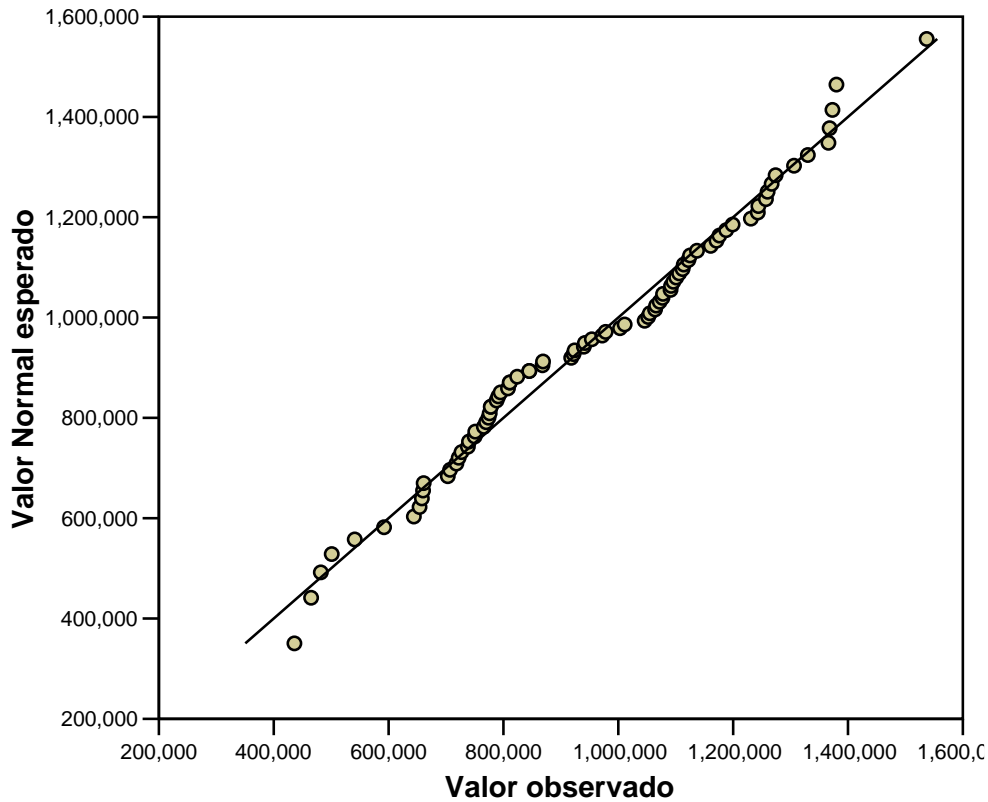
### Normal gráfico Q-Q de Exportaciones mensuales



La variable “Exportaciones nacionales” muestra, que al igual que la variable “Precios internacionales futuros”, unas colas pesadas. Sin embargo es importante resaltar que los datos no están tan alejados de la línea de tendencia, por lo que podría considerarse como la variable más normal de las tres que se han estudiado.

Las exportaciones mensuales, es una variable que se considera puede ser de alta significancia en el modelo por tratarse de cantidades que se ofrecen en el mercado internacional y que desde el punto de vista Oferta-Demanda tiene un impacto directo con el precio nacional de café.

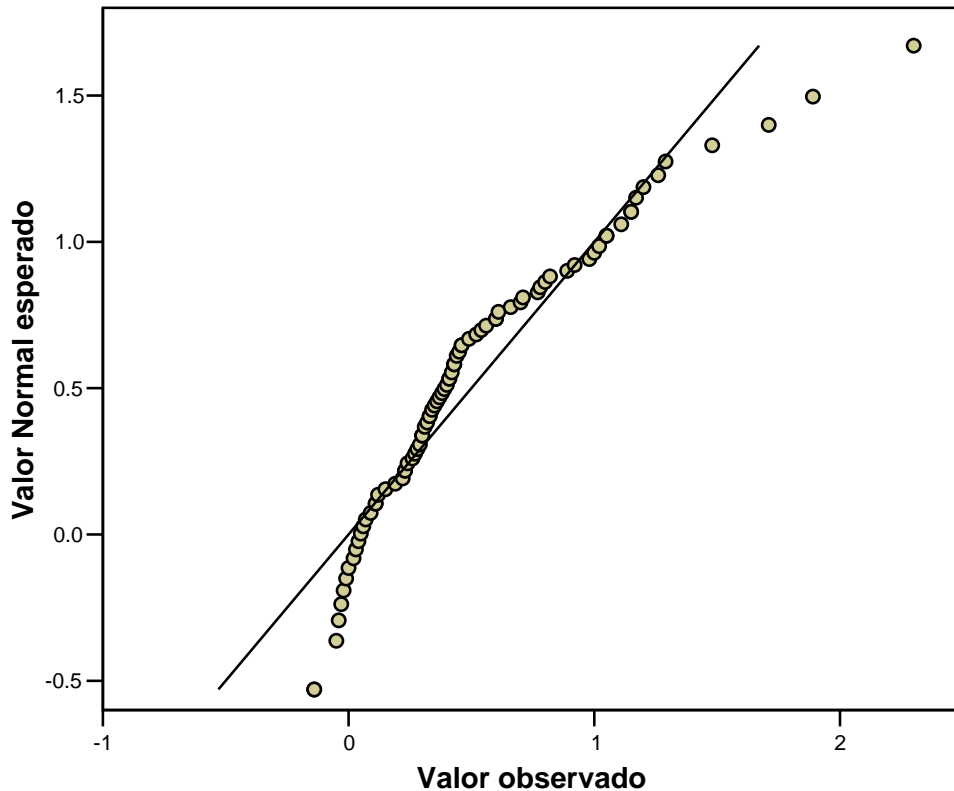
**Normal gráfico Q-Q de Producción nacional de café verde  
(sacos de 60kg)**



Al observar el gráfico de normalidad para la variable “Producción nacional”, queda claro que su distribución es normal, lo que refleja que los datos están sobre la línea de tendencia. Lo anterior predice un coeficiente de apuntamiento igual a cero, es decir la distribución es mesocurtica.

De manera similar que la variable “Exportaciones nacionales”, se considera de alta importancia para el modelo de regresión multivariado, pues como ya se mencionó las cantidades que ofrezcan en un mercado son un factor decisivo para el comportamiento del precio del producto, en este caso del café.

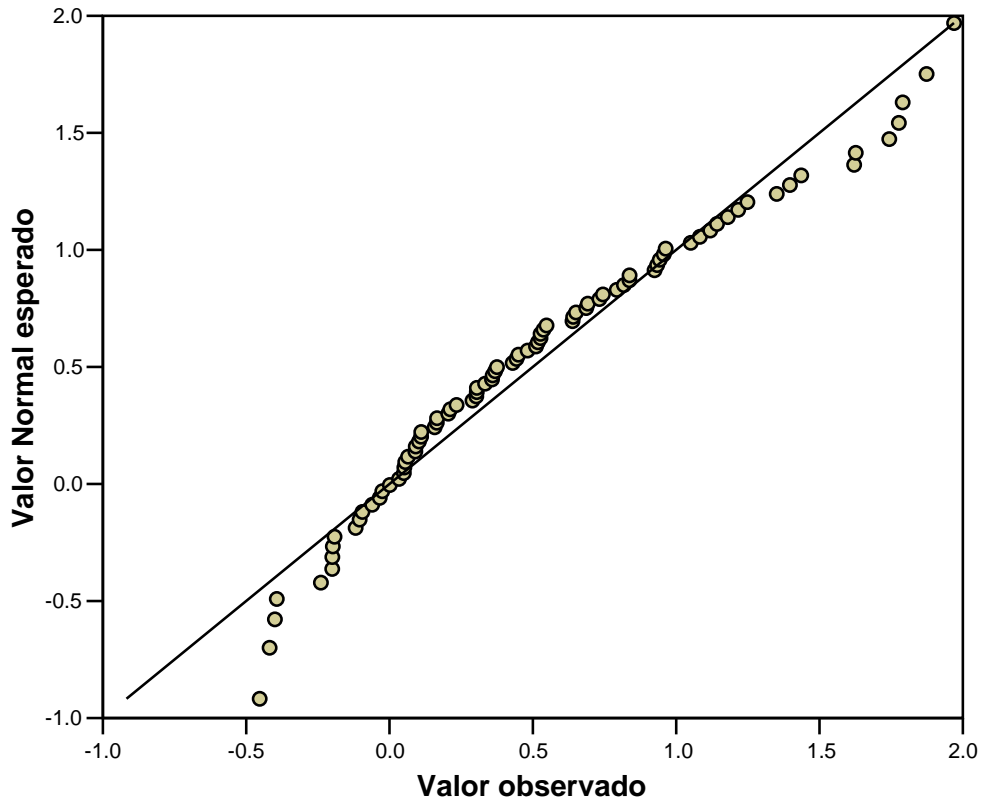
### Normal gráfico Q-Q de IPC (Variación porcentual DANE)



Los datos analizados para la variable “IPC”, muestran una pendiente mayor a los 45°, lo que nos indica un ajuste en el valor esperado por las variaciones que sufren el índice de precios del consumidor, sin embargo cabe decir que la tendencia de los datos tiene una curvatura sobre la línea de normalidad, esto significa que el coeficiente de asimetría es mayor a cero, lo que quiere decir que los datos están sesgados a la derecha.

Por otra parte cabe decir que los datos están distribuidos consecutivamente debido a que son variaciones porcentuales.

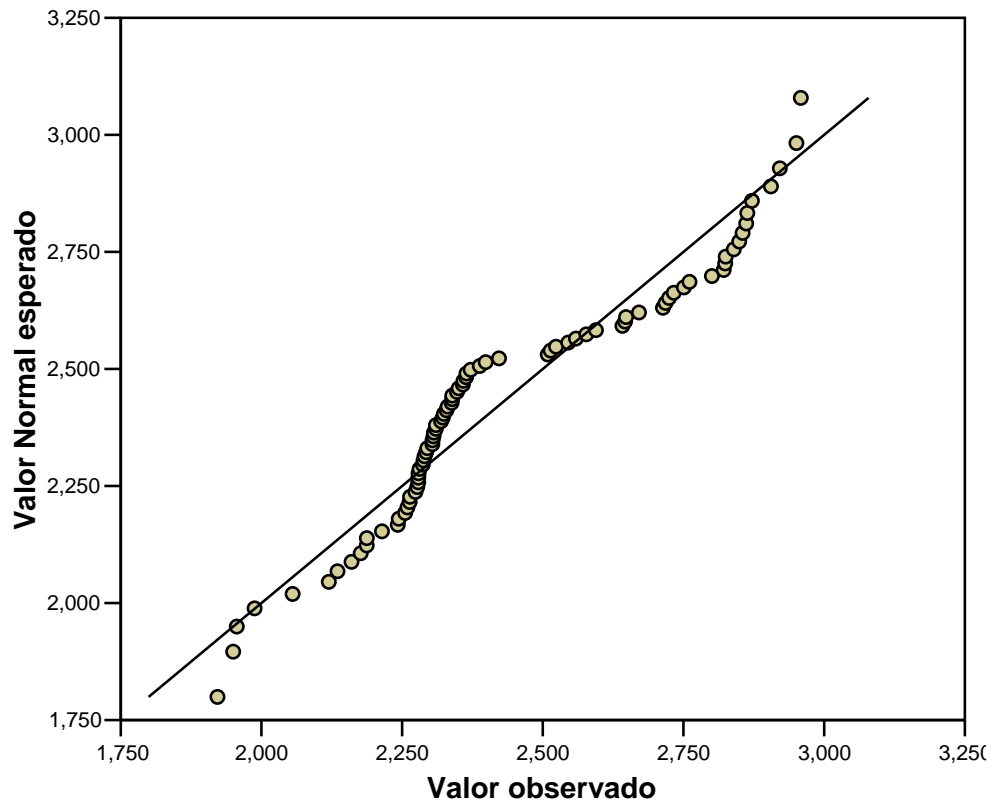
### Normal gráfico Q-Q de IPP (Variación porcentual DANE)



La variable de "IPP" muestra que los datos no están distribuidos normalmente, además prevalecen datos en los extremos que hacen distorsionar el comportamiento de normalidad.

El índice de precios al productor "IPP" mide la variación porcentual de los precios de un mes con respecto a otro mes de referencia, para el conjunto de bienes y servicios que el productor utiliza para fabricación de los productos.

### Normal gráfico Q-Q de TRM



La tasa representativa del mercado (TRM) es un índice de referencia para convertir los ingresos de dólares a pesos Colombianos, que perciben los exportadores de café. En este caso, esta variable no tiene una distribución normal pero es importante precisar que los datos forman una S en su tendencia y además es muy probable encontrar en la distribución datos atípicos o extremos a la media.

La variable "TRM" está dentro del análisis del precio internacional, pues constituye un factor que determina el precio base de compra para los caficultores.



### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Precio del café internacional (centavo de dólar/Lb)	.169	84	.000
Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb)	.147	84	.000
Exportaciones mensuales	.088	84	.162
Producción nacional de café verde (sacos de 60kg)	.098	84	.045
IPC (Variación porcentual DANE)	.168	84	.000
IPP (Variación porcentual DANE)	.092	84	.074
TRM	.196	84	.000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

A continuación se analizará el Test KSL que es una prueba de normalidad para cada una de las variables. El anterior cuadro muestra cada una de las variables independientes con su significancia. Se puede notar en la tercera columna que para la variable “exportaciones nacionales” su significancia es (Sig=0.162) y para la variable “índice de precios para el productor” es (Sig=0.074) estos valores son mayores de 0.05 por lo que se puede concluir que estas dos variables tienen un comportamiento normal, de otro modo las variables “precio de café internacional”, “precio de café en el mercado de futuros”, y “el índice de precios del consumidor” presentan valores inferiores de 0.05.

Por otra parte es importante resaltar el hecho de que la variable “producción nacional” tiene una significancia muy aproximada a 0,05 y que podría considerarse que tiene una distribución normal.

Para validar lo anterior es necesario comparar el gráfico Q-Q de distribución normal con el nivel de significancia, por ejemplo el gráfico de la variable “Exportaciones nacionales” es aquel donde los datos están más agrupados en la línea de tendencia y por tanto el nivel de significancia más alto de todas las variables, análogamente el gráfico de la variable “TRM” tiene los datos muy dispersos por lo que su nivel de significancia no alcanza el 0,05.

## 4.5 Análisis de correlación entre variables

El cuadro de correlaciones explica el grado del movimiento conjunto entre cada variable del modelo. Como se observa en el cuadro de la página 31 la correlación de Pearson toma valores que se distribuyen desde -1 hasta 1; entonces si es -1 significa que las variables se mueven inversamente, análogamente si la correlación es igual a 1, las variables se mueven directamente. Ahora bien, el mayor grado de correlación está entre las variables “Precio del café Internacional” y “Precio Internacional de futuros”, con una correlación de Pearson igual al 0.979, seguida de las variables, “Exportaciones Mensuales” y “Producción Nacional” con un 0.688.

Finalmente la correlación más próxima a cero, deberá entenderse como aquellas variables que no tienen ningún tipo de relación simétrica entre ellas o lo que es igual no tienen un movimiento en conjunto. En el cuadro de correlaciones podemos detallar a las variables “Exportaciones mensuales” y “Precio del café internacional” con una correlación cercana a cero, esta es -0.004; como anteriormente se dijo, estas variables pueden no tener ningún tipo de relación entre sí. Seguidamente las variables “IPP”, “Precio del café internacional” y “IPP”, “Precio internacional de futuros” tienen una correlación de -0.015

Una vez más, observando el cuadro de correlaciones, se ve que aquellas variables marcadas con doble asterisco (Por Ejemplo: la variable precio internacional del café de mercado de futuros con una correlación pearson de **0.979\*\***) tienen una



significancia de 0.000, por lo que estas variables cumplen con la hipótesis de linealidad, en donde se evalúa un alfa (Sig. Bilateral 0.000 con un nivel de significancia de 0.05); es decir este debe ser menor de 0.05.

**Resumen del modelo**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	.933 <sup>a</sup>	.871	.869	26925.782	
2	.942 <sup>b</sup>	.888	.885	25292.000	
3	.946 <sup>c</sup>	.896	.892	24499.249	

a. Variables predictoras: (Constante), Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb)

b. Variables predictoras: (Constante), Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb), Exportaciones mensuales

c. Variables predictoras: (Constante), Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb), Exportaciones mensuales, TRM

### **Coefficiente R:**

Se le conoce también como R múltiple y es el coeficiente de correlación entre la variable dependiente y las que se incorporan al modelo. Como se observa en el resumen del modelo, el R y el coeficiente de correlación entre “Precio del café internacional de futuros” y la variable dependiente “Precio nacional de la carga” es igual a 0,933. Lo anterior significa que si solo se incluye una variable independiente, el programa reflejará un R igual a la correlación de esta única variable. En el modelo 2 el R aumenta en un 0,942 y en el modelo 3 R alcanza un 0,946; esto quiere decir que al incluirse más variables, la confiabilidad de cada modelo debe ser mejor.

### **Coefficiente R<sup>2</sup>:**

Este valor indica el porcentaje de variación de la variable dependiente que explican las independientes (En este caso solo la variable “Precio del café internacional de futuros”). Como se puede observar en el próximo cuadro, la suma total de los cuadrados es igual a 4,609+E11 (4,014+E11 + 5,945+E10), es el error cuadrático que se produciría si se utilizara solo la media de la variable

dependiente para predecir su valor real. Utilizar la variable “Precios del café internacional de futuros” para esta predicción, reduce el error cuadrático en un 87.09% ( $4,014+E11 / 4,609+E11$ )

#### ANOVA<sup>f</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	4.014E+11	1	4.01E+11	553.679	.000 <sup>a</sup>
	Residual	5.945E+10	82	7.25E+08		
	Total	4.609E+11	83			
2	Regresión	4.091E+11	2	2.05E+11	319.728	.000 <sup>b</sup>
	Residual	5.181E+10	81	6.40E+08		
	Total	4.609E+11	83			
3	Regresión	4.128E+11	3	1.38E+11	229.279	.000 <sup>c</sup>
	Residual	4.802E+10	80	6.00E+08		
	Total	4.609E+11	83			

a. Variables predictoras: (Constante), Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb)

b. Variables predictoras: (Constante), Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb), Exportaciones mensuales

c. Variables predictoras: (Constante), Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb), Exportaciones mensuales, TRM

### Coeficientes<sup>a</sup>

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	125885.5	10296.770		12.226	.000
	Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb)	295084.8	12540.589	.933	23.530	.000
2	(Constante)	81414.912	16100.718		5.057	.000
	Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb)	293753.2	11785.965	.929	24.924	.000
	Exportaciones mensuales	.053	.015	.129	3.455	.001
3	(Constante)	7428.544	33293.212		.223	.824
	Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb)	306658.7	12516.476	.970	24.500	.000
	Exportaciones mensuales	.046	.015	.112	3.056	.003
	TRM	28.576	11.361	.101	2.515	.014

a. Variables predictoras en el modelo: (Constante), Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb)

b. Variables predictoras en el modelo: (Constante), Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb), Exportaciones mensuales

c. Variables predictoras en el modelo: (Constante), Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb), Exportaciones mensuales, TRM

### Variables incluidas:

En el cuadro anterior de coeficientes aparece B. Para la variable “Precios del café internacional de futuros” toma el valor de 295084,8. Es el valor que necesitamos para predecir la variable dependiente. En este caso, dado que la constante toma el valor de 125885,5 nuestra recta de regresión sería:

$$\text{Precio de la carga de café} = 125885,5 + 295084,8(\text{Precios del café internacional de futuros})$$

El cuadro anterior también muestra el valor estandarizado del coeficiente (Beta), que en este caso es 0,933. Ahora bien, dado que el coeficiente viene afectado por las unidades que estén medidas las variables, si el valor esta estandarizado nos

permitirá comparar más fácilmente los coeficientes de unas variables con las otras.

### **Valor t de las variables:**

A un nivel de 0,05 y para 83 grados de libertad, el nivel crítico es de 1,9901 y como el valor de t para el coeficiente de “Precio internacional del café de futuros” es de 23,530 se podrá decir que esta variable tiene capacidad explicativa de la variable dependiente.

Variables excluidas<sup>f</sup>

Modelo		Beta dentro	t	Sig.	Correlación parcial	Estadísticos de colinealidad
						Tolerancia
1	Precio del café internacional (centavo de dólar/Lb)	.140 <sup>a</sup>	-.718	.475	-.080	.042
	Exportaciones mensuales	.129 <sup>a</sup>	3.455	.001	.358	.999
	Producción nacional de café verde (sacos de 60kg)	.098 <sup>a</sup>	2.543	.013	.272	.997
	IPC (Variación porcentual DANE)	-.099 <sup>a</sup>	-2.570	.012	-.275	.999
	IPP (Variación porcentual DANE)	-.094 <sup>a</sup>	-2.427	.017	-.260	1.000
	TRM	.123 <sup>a</sup>	2.967	.004	.313	.840
2	Precio del café internacional (centavo de dólar/Lb)	-.031 <sup>b</sup>	-.163	.871	-.018	.040
	Producción nacional de café verde (sacos de 60kg)	.017 <sup>b</sup>	.337	.737	.038	.525
	IPC (Variación porcentual DANE)	-.071 <sup>b</sup>	-1.866	.066	-.204	.936
	IPP (Variación porcentual DANE)	-.051 <sup>b</sup>	-1.280	.204	-.142	.851
	TRM	.101 <sup>b</sup>	2.515	.014	.271	.813
	3	Precio del café internacional (centavo de dólar/Lb)	1.472 <sup>c</sup>	4.528	.000	.454
Producción nacional de café verde (sacos de 60kg)		.020 <sup>c</sup>	.398	.691	.045	.525
IPC (Variación porcentual DANE)		-.061 <sup>c</sup>	-1.632	.107	-.181	.924
IPP (Variación porcentual DANE)		-.053 <sup>c</sup>	-1.358	.178	-.151	.850

a. Variables predictoras en el modelo: (Constante), Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb)

b. Variables predictoras en el modelo: (Constante), Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb), Exportaciones mensuales

c. Variables predictoras en el modelo: (Constante), Precio del café internacional mercado de FUTUROS (centavo de dólar/Lb), Exportaciones mensuales, TRM

## Variables excluidas en el modelo:

Para determinar qué variables se incluyen y cuales serán excluidas se evaluará la correlación parcial y sus valores t.

## Correlación Parcial:

En el cuadro anterior, para el primer modelo, la variable "Producción nacional de café" toma el valor de 0,272. Esto no significa que esta variable explique el 27,2%



de la varianza total, sino el 7,3984% ( $0,272^2 =$  Coeficiente de determinación parcial) de la varianza que no estaba explicada ya por “Precios de café internacionales de futuros”. Como la anterior variable ya explicaba el 87,05% ( $0,933^2$ ), “Producción nacional de café” explicará el 0,9581% de la varianza total si la incluimos  $[(1-87,05\%) \times 7,3984\%]$ .

### **Valores t:**

Esto mide el nivel de significancia de las correlaciones parciales de las variables que no están en la ecuación. Si la significancia (sig o p) asociado no supera el nivel de error o sea el 0,05, pueden entrar en la ecuación en la próxima iteración. En el primer modelo del cuadro de variables excluidas se puede observar que las variables “Exportaciones mensuales” y “TRM” son menores al nivel de significancia de 0,05, entonces se puede decir que estas entrarán en el modelo.

Después de la variable que entró inicialmente (“Precios de café internacionales de futuros”), no ingresará la variable con mayor correlación con la variable dependiente, sino que ingresará aquella variable que tenga un mayor coeficiente de correlación parcial, en este caso será “Exportaciones mensuales” con 0,358.

Se observa, en el cuadro de resumen del modelo que al incluir la variable “Exportaciones mensuales”, el coeficiente de determinación  $R^2$  se incrementa en torno al 0,9581% (pasa de 0,871 a 0,888).

A continuación si volvemos a repetir el proceso para ver si hay más variables posibles a entrar al modelo de pronóstico, se puede ver nuevamente el cuadro de variables excluidas y se elige el segundo mayor coeficiente de correlación parcial, que en este caso sería la variable “TRM” con 0,313. Variable que explica por sí sola el 9,7969% ( $0,313^2$ ) de la varianza todavía no explicada que es solo el 1,0973% de la varianza total  $[(1-0,888) \times 0,097969]$ .

De esta manera se puede ver cómo se han ido incluyendo y excluyendo las variables que en un principio hicieron parte del análisis, pues como ya se había explicado, este método es iterativo y por tanto se le ha denominado paso a paso.

## 4.6 Interpretación de los resultados

Una vez estimado el modelo y llevado a cabo los diagnósticos que confirman la validez de los resultados, se puede establecer los siguientes modelos para el pronóstico de precio de la carga de café en Bucaramanga:

**MODELO 1:**

$$Y = 125.855,5 + 295.084,8X_2$$

**MODELO 2:**

$$Y = 81.414,912 + 293.753,2X_2 + 0.053X_3$$

**MODELO 3:**

$$Y = 7.428,544 + 306.658,7X_2 + 0,046X_3 + 28,576X_7$$

Donde;

Y (Variable dependiente) = "Precio nacional de la carga de café"

X<sub>2</sub> = "Precio de café internacional del mercado de futuros"

X<sub>3</sub> = "Exportaciones mensuales de Colombia"

X<sub>7</sub> = "TRM"

Con estas ecuaciones se podrá predecir el precio interno al que negocia la Trilladora de café S/der. Ltda. Pero además de predecir el precio de la carga de café, los coeficientes de regresión nos permiten también establecer la importancia relativa de las variables individuales para predecir la variable dependiente.

Pero la pregunta ahora es ¿qué datos se deben introducir en estas ecuaciones para que cada modelo pueda dar un resultado fiable y sobre todo aproximado a la realidad?

Según la opinión de expertos en la negociación del café, el activo es sumamente volátil e incierto para predecir sus movimientos por lo que la mayoría de ellos concluyeron que la mejor forma de saber una aproximación de la cotización en un periodo posterior es apoyándose sobre la última cotización.

Luego lo anterior da una idea para adoptar el **proceso de Markov<sup>9</sup>** como justificación del resultado del pronóstico del precio. En teoría un proceso de Markov consiste en un tipo de proceso estocástico donde solo el valor al contado de un activo es importante para predecir el futuro. En otras palabras, si se propone calcularse el precio pronóstico a dos periodos; es decir a dos meses, el cambio que se daría en el precio es la suma de dos distribuciones normales independientes con media 0 y desviación estándar 1 cada una. Por lo tanto esta teoría da soporte a introducir los datos promedios del mes de diciembre del 2006 para pronosticar el precio de la carga de café en cada uno de los modelos, sin que estos resultados pierdan validez.

El siguiente cuadro muestra los resultados arrojados por los modelos una vez se han reemplazado los promedios mensuales de cada variable en las diferentes formulas. Es importante aclarar que el precio a pronosticar seria el promedio mensual de enero del 2.007.

---

<sup>9</sup> <http://www.bcr.com.ar/pagcentrales/publicaciones/images/pdf>

<b>RESULTADOS DE LOS MODELOS</b>		
	<b>Vr. de la carga</b>	<b>Vr. Kilo</b>
<b>Y1</b>	\$ 521.269,13	\$ 4.170,15
<b>Y2</b>	\$ 539.492,20	\$ 4.315,94
<b>Y3</b>	\$ 538.868,96	\$ 4.310,95

Como podemos ver los precios pronosticados por cada modelo no difieren mucho en su resultado, sin embargo seria importante sugerir a la empresa tomar o adoptar el modelo con las variables que en su opinión sean de mayor relevancia para determinar el precio de venta del forward.

## 4.7 Selección del método para fijar precio.

Una vez estudiado varios métodos para pronóstico de precios y maneras de cómo se puede pactar en un contrato de futuros, se eligió aquel método con una mayor fiabilidad.

La manera de cómo será pactado el precio será la franja de precios, pues esta metodología ofrece tanto a la trilladora como al cliente las mismas ventajas. De otro modo es necesario establecer sobre qué precio se aplicará la dicha franja, por eso se consideró al modelo 3 de regresión multivariado ya que cumple con las siguientes características:

- Es un pronóstico promedio mensual, que le asegura a ambas partes una verdadera aproximación del precio de contado en el futuro.
- Utiliza las variables más importantes que afecta el precio de café a nivel nacional, ellas son: “Precio del café internacional en el mercado de futuros”, “Exportaciones mensuales” y “TRM”.
- Este modelo es el más fiable de los tres vistos en el análisis de regresión ya que contiene las variables con mayor correlación con el precio de la carga a nivel nacional.

## 5. Estructuración del contrato forward

Una vez se ha analizado el planteamiento del precio del contrato forward, se procederá a construir el contrato con todas sus especificaciones y la evaluación de esta herramienta de cobertura, es decir la viabilidad del forward.

Para comenzar, se obtuvo algunos contratos históricos liquidados por la Trilladora de café S/der Ltda. para poder establecer las cantidades, calidades, fechas y lugar de entrega, modo de pago, etc., que generalmente la trilladora negocia con sus clientes; es decir, se analizaron estos contratos para establecer los promedios de todas las especificaciones ya nombradas y poder llevar a cabo la estructuración del contrato. Sin embargo es útil conocer la posición en la que está la empresa en el mercado, o lo que es lo mismo, saber en qué ocasiones el vendedor que en este caso es la Trilladora de café S/der. Ltda. pierde o gana en el vencimiento o liquidación del contrato.

Antes de analizar la posición de la Trilladora es importante establecer que:

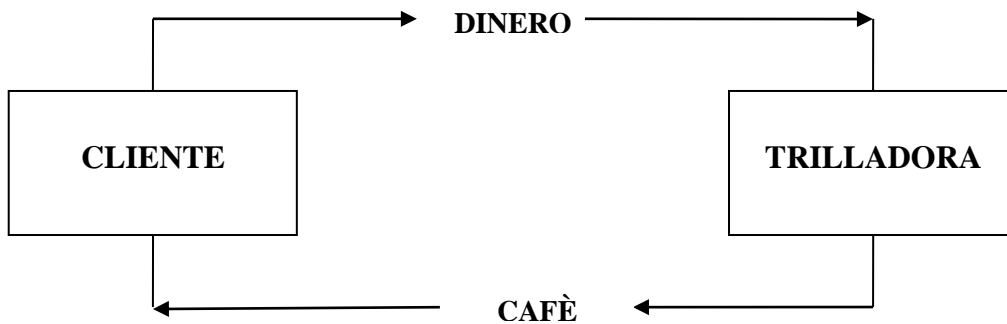
- Si el precio del café en la fecha de vencimiento sube, necesariamente el de venta también lo hará. Entonces la relación entre los precios de compra y venta son directos.
- Debido a que el café es procesado antes de venderlo, es lógico que la Trilladora quiera venderlo y adquirir un margen de utilidad; es decir venderlo por encima del precio de compra.

Posición corta<sup>10</sup>:

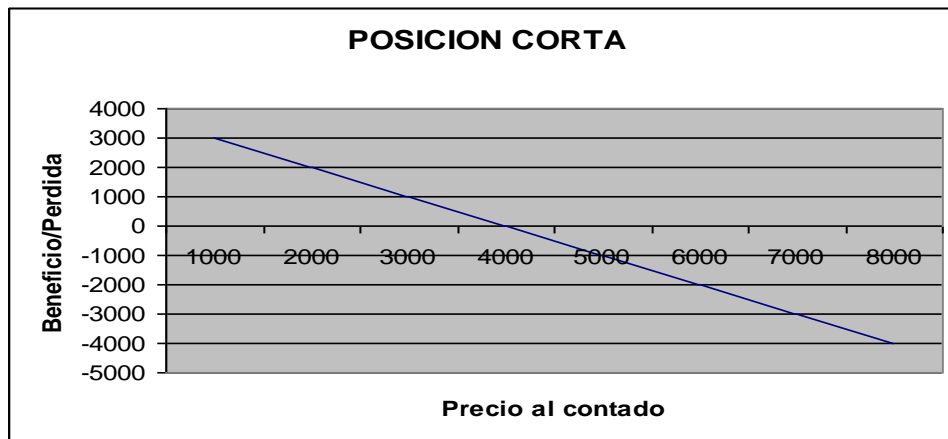
---

<sup>10</sup> Zvi Bodie, Alex Kane, Alan Marcus – Principios de Inversiones - Mc.Graw-Hill

Esta posición la adopta la trilladora por que se compromete a entregar el activo en el vencimiento del contrato, entonces se considera que es se va a “vender” el contrato. El siguiente gráfico muestra la relación entre comprador y vendedor:



El contrato de venta establece que la pérdida de la posición corta es igual a la ganancia de la posición larga; es decir que la ganancia de la trilladora es igual a la pérdida del cliente.



Como se puede ver el gráfico anterior la pérdida puede incrementarse infinitamente, pero las ganancias son limitadas pues el precio del café solo llegaría a su valor mínimo cuando sea 0. Entonces se deduce el beneficio como el siguiente:

$$\text{Beneficio Trilladora} = \text{Precio de venta} - \text{Precio al contado a la fecha de liquidación}$$

Una vez estudiado la posición que adoptaría la trilladora en el contrato de venta y el beneficio que alcanzaría con este, se pasará a establecer cada uno de los estándares y a formalizar el contrato.

Las siguientes especificaciones, son las que se van a tener en cuenta en el forward y como se dijo anteriormente, se determinaron a través de los contratos negociados históricamente.

**CANTIDAD:** La cantidad predeterminada para cada contrato es de 35.000 kilos. Así, si el cliente solicitase 2 contratos forward, la cantidad total se establecería sobre los 70.000 kilos. La mayor parte de los clientes que negocian con la trilladora, solicitan como cantidad mínima 35.000 kilos de café.

**CALIDAD:** Según los estándares, las calidades que más se demandan, es la de **consumo**, ya que esta resulta muy rentable para la trilladora, además otorga a los clientes una excelente garantía del producto gracias a las propiedades de una buena tasa de café, que como consecuencia hace atractiva su compra a las torrefactoras. Estas son las calidades mínimas requeridas para la venta de café tipo consumo:



<b>CALIDADES MINIMAS REQUERIDAS</b>		
ANALISIS EN BASE UNA MUESTRA DE 500 GR		
<b>CARACTERIRSTICAS CUANTITATIVAS</b>		
	INFERIOR	SUPERIOR
<b>FISICAS</b>		
%GRANO BUENO	50%	60%
%GRANO NEGRO	0%	17%
%GRANO CON DEFECTO	0%	50%
GRANO FERMENTADO	0%	7%
% RIPIO MALLA N° 13	0%	12%
% CUERPOS EXTRAÑOS	0%	1%
%GRANO BROCADO	0%	10%
% GRANO FORANEO	0%	0%
%GUAYABA	0%	3%
<b>QUIMICAS</b>		
% HUMEDAD	7	11
DENSIDAD	G/L	570
<b>CARACTERISTICAS CUALITATIVAS</b>		
APRECIACION DE LA TASA DE CAFÉ: SEGÚN SU SABOR SEA TERROSO, O AMARGO		

FUENTE: TRILLADORA DE CAFÉ S/DER LTDA.

**ENTREGA DEL PRODUCTO:** Las respectivas entregas de cada mulada<sup>11</sup> de café las asume la trilladora, garantizándole al cliente la entrega del producto en la ciudad de destino. Estos posibles destinos pueden ser; Bogotá, Cali, Medellín, Cúcuta entre otras.

**FORMA DE PAGO:** Se pacta inicialmente con el cliente, sea de contado a crédito. Normalmente estas negociaciones son de corto plazo, la cual no superaran los 30 días del vencimiento del contrato.

**PROBLEMAS DE CALIDAD:** Si al momento de la entrega el producto no cumple con los requerimientos de calidad establecidos en el momento de la negociación, el precio se vera directamente afectado, por lo que normalmente se llega a un

<sup>11</sup> Termino que se refiere al medio de transporte en que habitualmente se envía el café.

acuerdo entre comprador y vendedor para establecer un descuento del precio en kilo.

**FECHA DE ENTREGA:** El horizonte de tiempo para el forward será mínimo de un mes, ya que este tipo de contratos los utiliza quien compra para asegurar existencias futuras y cubrirse de posibles alzas en el precio.

**PACTO DEL PRECIO:** Ambas partes acordaran una franja de precio sobre un valor estimado para el futuro; luego se establecerá un 5% sobre o por debajo del precio pronóstico en el caso del precio techo y piso.

**PRECIO PRONÓSTICO:** El precio pronóstico será el modelo 3 de regresión multivariado visto anteriormente y sobre este pronóstico se aplicará la franja de precios.

## 5.1 Planteamiento final del contrato

<b>Trilladora de café S/der Ltda.</b>	
<b>CONTRATO FORWARD DE VENTA</b>	
<b>Nº 00001</b>	
<b>DATOS DE LA EMPRESA TORREFACTORA</b>	
<b>CLIENTE:</b>	CAFÉ AGUILA ROJA
<b>NIT:</b>	804.006.016-7
<b>CONTRATOS:</b>	1
<b>NOCIONAL POR CONTRATO:</b>	35.000 Kilos
<b>NOCIONAL TOTAL POR TONELADA:</b>	35
<b>FECHA DE NEGOCIACIÓN:</b>	28/12/2006
<b>FECHA DE LIQUIDACION:</b>	28/01/2007
<b>PRECIO FUTURO:</b>	\$ 4.310,95
<b>PRECIO TECHO</b>	\$ 4.526,50
<b>PRECIO PISO</b>	\$ 4.095,40
<b>PORCENTAJE DE FRANJA</b>	5%
<b>PRECIO AL CONTADO:</b>	\$ 4.015,00
<b>VALOR DEL CONTRATO</b>	\$ 150.883.309,36
<b>VALOR TOTAL DEL CONTRATO</b>	<b><u>\$ 150.883.309,36</u></b>

## 5.2 Estimación de liquidación del forward

<i>Precio contado al 28/01/07</i>	\$	3.778,00
<i>Costos de almacenamiento</i>	\$	270,00
<i>Precio real</i>	\$	4.048,00
<i>Precio Techo</i>	\$	4.526,50
<i>Precio Piso</i>	\$	4.095,40
<i>Precio de liquidación</i>	\$	4.095,40
<i>Valor Contrato al precio piso</i>	\$	143.339.143,89
<i>Valor Contrato a precio real</i>	\$	141.680.000,00
<b><i>Beneficio</i></b>	<b>\$</b>	<b>1.659.143,89</b>

El anterior cuadro plantea un hecho real, se establecieron los precios que se estimaron en el contrato y se evaluó con la cotización del 28 de enero de 2007. Como se puede observar el precio al contado quedó por debajo del precio piso, ocasionando un beneficio de 1'659.143.89 para la empresa, pues como ya se estudió, esta tenía una posición corta en el contrato.

Este resultado es arbitrario, pues la cotización al contado pudo haber subido por encima del precio techo provocando un resultado adverso para la trilladora. Si se observa desde el punto de vista de la rentabilidad, la trilladora obtiene una supuesta rentabilidad de 1.17% ( $1'659.143.89/141'680.000$ ), pues dejó de perder este porcentaje en el precio de venta.

Esta estimación puede dar un indicio de que el forward es viable para la trilladora, sin embargo es una simple estimación pues los precios fueron estimados cuando el mercado está en condiciones normales.

### 5.3 Evaluación de viabilidad de forward de venta

El café trillado verde para las ventas en el interior es un commodity que posee las características ideales para la estructuración del forward por las mismas necesidades que presenta los clientes.

Por otra parte, cabe decir que a través de los análisis realizados en un comportamiento normal del mercado los contratos forward serán viables siempre y cuando no afecten otros factores sistemáticos (como el clima), que puedan desestabilizar el pronóstico del precio del café.

Sin embargo cabe decir que la oferta y la demanda del café trillado verde esta en equilibrio ya que el consumo y las cantidades ofrecidas por la trilladora son bastante altos, por lo tanto se puede decir que la viabilidad del contrato es apta, por clientes potenciales como lo son:

- CAFÉ AGUILA ROJA.
- COLCAFE.
- CAFÉ OMA.
- CAFÉ GALAVIS.
- DECAFE S.A.
- Otros del sector.

Vendedores o proveedores de café para la trilladora son:

- SKN CARIBE CAFÉ.
- COOPERATIVA CAFETERA DEL NORORIENTE COLOMBIANO.
- COMERCIAL AGRICOLA CAFETERA.
- TRILLADORA EXPORT
- AGRIBOR LTDA.

Por lo tanto se puede decir que la estructuración del forward para la trilladora de café Santander Ltda. es conveniente ya que permite que sus clientes pueda también obtener ventajas en la negociación del contrato. Este tipo de contrato es atractivo pues son negociaciones que se hacen a la medida de las partes; es decir, los participantes del contrato pueden renegociar las especificaciones del contrato y establecer nuevos estándares.

## 6. Conclusiones

- Se observó que los precios del café están sujetos a muchas variables, como lo son, el clima que como ha pasado en años atrás el café ha tenido muchos problemas que impactan directamente a los tres principales productores de café como lo son en primer lugar Brasil, en segundo lugar Vietnam y en tercer lugar Colombia, haciendo que estos factores climáticos aumenten el precio drásticamente, lo cual no permitiría obtener un buen pronóstico de precio para el forward. Otro factor importante es la especulación de los fondos de inversión hacen mover el precio de forma sustancial por las diferentes posiciones que toman estos.
- Los comportamientos de los precios tanto internacional como nacional están directamente relacionados, por lo que, cualquier movimiento del precio del café internacionalmente afecta directamente el precio del café internamente.
- Se analizó que los precios del café para finales del año tienden al alza para ambos análisis, En las principales cosechas de café que se dan en Colombia, se aseguran los tostadores en tener inventarios para el próximo año o por otra parte se hacen grandes contratos en compras para en un futuro asegurar una ganancia superior.
- Todos los métodos evaluados como lo son: *el precio teórico futuro, simulación de montecarlo y análisis de regresión multivariado*, arrojaron resultados que sobrevaloraron el precio al contado, por lo que es viable desde el punto de vista del beneficio para la trilladora.

- Se utilizara para fijar el precio del el contrato forward el de franja de precios sobre un pronostico mensual, el cual permite a ambas partes tener las mismas ventajas.
- Como se observó en el análisis de precios, la cotización internacional influye en el precio local del activo. De igual manera el modelo de regresión multivariado, incluye en su análisis variables relacionadas con el precio internacional del café
- Este tipo de contratos a la medida, son ventajosos por que permite a las partes proteger sus inversiones en el café; pues las especificaciones del contrato a plazo permiten satisfacer las necesidades tanto de la trilladora como la de sus clientes.
- La estimación que se realizo para la liquidación del precio de café para enero 28 del 2.007 estuvo muy cerca al valor real, por lo que nos confirma que las franjas de precios establecidas son acertadas, sin embargo el modelo de predicción está sujeto a supuestos del mercado los cuales son necesarios para establecer un buen pronóstico del precio.
- En cuanto al forward y su validación se determina que el precio se negociara por medio del método de análisis multivariado, siempre y cuando el mercado este en condiciones normales; para que el pronóstico fuese mas viable se negociara una franja de precios sobre dicho pronostico y el rango estará dado por un 5% sobre y por debajo del precio pronosticado. Con este modelo se realizo una prueba de liquidación por medio del cual nos valido que el modelo es viable para el planteamiento del forward.



## 7. Sugerencias

- El modelo de pronóstico con el cual se trabajó en este documento es un método sugerido, pero a la final es la empresa quien decide con cual metodología estimar el precio de venta en el contrato forward.
- El contrato a plazo no garantiza el cumplimiento de las partes por lo que se corre con este tipo de riesgo, pero normalmente las negociaciones se pueden ajustar a la necesidad tanto de la trilladora como la del cliente.
- En caso de movimientos exagerados o inesperados del precio, sería necesario reestablecer o recalcular la franja de con la que se va a liquidar el contrato.
- Si se tratara de una cantidad muy elevada de contratos, sería conveniente renegociar el porcentaje de la franja de precios.

## BIBLIOGRAFIA

- Hull, J.C. (2002). *Introducción a los mercados de futuros y opciones*, Prentice Hall, Madrid.
- Clemencia Martínez de Bejarano Negociaciones forward, Universidad Externado de Colombia.
- *Prósper Lamothe - Opciones financieras y productos estructurados*. McGrawHill.
- A. de Lara Haro -Medición y Control de Riesgos financieros, Limusa.
- Zvi Bodie, Alex Kane, Alan J. Marcus. Adaptado por Prosper Lamonthé Fernandez. *Principios de Inversiones*, McGrawHill Quinta Edición (2004).
- José Luis Martín Marín – Antonio Trujillo Ponce. *Manual de mercados financieros*, Thomson, 2004.
- Programa de Cobertura de Precios para Productos Agrícolas MADR-BNA, Bolsa Nacional Agropecuaria S.A. (BNA). X seminario Financiero Internacional “El futuro de las bolsas de futuros”. Bucaramanga Septiembre 20,21 y 22 de 2005. Universidad Autónoma de Bucaramanga.
- Autor: Revista Dinero  
Nombre de la publicación: Cobertura con futuro  
[http://www.dinero.com/wf\\_InfoArticulo.aspx?IdArt=12324](http://www.dinero.com/wf_InfoArticulo.aspx?IdArt=12324)

- BNA (Bolsa Nacional Agropecuaria)  
Editor: Jairo Hernando Arias Puesta.

### **Las Bolsas de Productos**

Una alternativa para la modernización de la comercialización y el financiamiento del sector agropecuario en los países en desarrollo.

- <http://www.bvc.com.co/bvcweb/mostrarpagina>
- <http://www.mexder.com.mx/MEX/Instrumentos.html>
- <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/fin/swapsforward.htm>
- [www.cafedecolombia.com](http://www.cafedecolombia.com)
- [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)
- [www.grupobancolombia.com.co](http://www.grupobancolombia.com.co)
- [www.dnp.gov.co](http://www.dnp.gov.co)